УДК 550.83.01+912.645+004.922

Ю.І. Дубовенко, *к.ф.-м.н., с.н.с., (Інститут геофізики НАН України, Київ)*
E-mail: nemishayeve@ukr.net

ПРО НОВІ ПРИНЦИПИ СТВОРЕННЯ ЦИФРОВИХ БАЗ ДАНИХ У ГРАВІМЕТРІЇ

Проаналізовані проблеми оцифрування фондових матеріалів у вигляді гравіметричних карт. Зазначена потреба створення цифрових баз геофізичних даних. Вказано досконалий спосіб оцифрування даних гравіметрії на основі грід-карт вимірювань, а не ізоліній. Запропоновані open-source аналоги відповідних пропрієтарних програм оцифрування даних.

Постановка проблеми. Розвиток геофізики в СНГ гальмують стереотипи мислення [1]. На нашу думку, критичний стан державного сектора геофізики викликаний переорієнтацією замовлень на геологорозвідку в приватний сектор внаслідок нових суспільних відносин.

Трансформації геофізичних теорій та *практичних потреб* в нових джерелах енергії потребують зміни підходів до переробки накопичених раніше даних геофізики. Зокрема, необхідно задіяти арсенал архівних матеріалів попередніх геолого-геофізичних знімань, здійснених у 1960-1990 роки XX ст. Для цього його потрібно перевести із паперового вигляду, представленого в геологічних фондах (рис. 1), у цифрову форму.

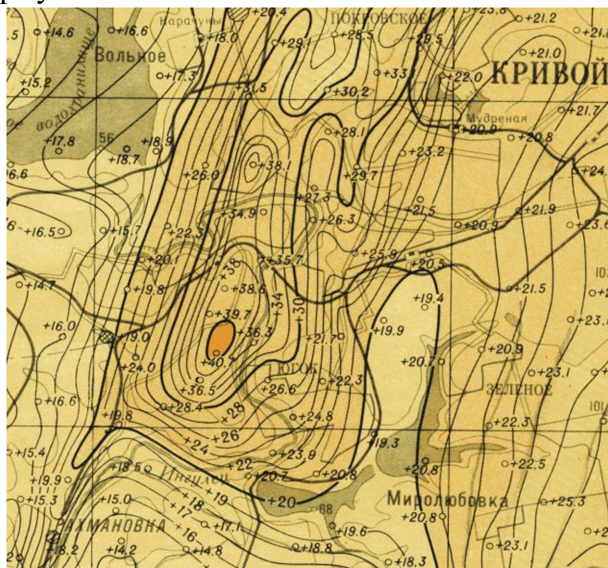


Рис. 1. Фрагмент зображення гравіметричної карти СРСР масштабу 1:200000.

Окремі галузеві бази даних [2], майже недосяжні для решти фахівців галузі, особливо з академічних НДІ, не вирішують проблеми. Ситуація погіршується тим, що досі немає єдиного стандарту в підходах до оцифрування картографічних даних. Це було виправданим в кінці XX ст., але після 2010 року, при доступності різноманітних ГІС, у тому числі й open-source, ситуація виглядає дивною.

Актуальність проблеми. На будь-якому виробництві (геологічне не виняток) необхідно за *мінімум* часу виконати *максимум* робіт *прийнятної якості*. Отже, проблема створення швидкісних недорогих рішень для оцифрування картографічного спадку попередньої епохи розвитку геофізики і створення цифрових баз даних на сучасних програмних платформах не втратила своєї актуальності.

Інформаційна криза (інформаційний потоп) потребує *систематизації* і узагальнення знань. Зміна парадигм у межах одного покоління актуалізує потребу в дистанційній взаємодії між дослідниками та виробництвом для взаємообміну ідей, засобів, навиків (символьної математики, цифрової картографії, ГІС, чисельної оптимізації, візуалізації). Таку взаємодію можна налагодити через створення *інтерактивних* баз знань на основі *відкритих* тематичних інтернет-порталів, які об'єднують теоретичні методи, чисельні алгоритми, програми та бази даних для основних геофізичних напрямків – від гравіметрії до ядерної геофізики.

Основним наповненням таких порталів мають стати цифрові бази даних (карт) потенціальних геофізичних полів. На їх основі об'єднані дистанційними цифровими технологіями віртуальні колективи науковців можуть створювати цифрові моделі геологічного середовища – як для суто наукових, так і промислових потреб.

Чинні методи оцифрування (векторизації) паперових картографічних матеріалів геофізичних полів у рамках свого розвитку успадкували ряд методологічних вад, які стають на заваді їх широкому вжитку у сучасній високоточній і мультиметодній цифровій картографії. Усі відомі в геології програми векторизації (**Surfer, Easy Trace, ErMapper, MapInfo, ArcGIS, CorelDraw**) мають надзвичайно важкі й

повільні режими оцифрування, несумісні формати даних, слабкі засоби аналізу, складний інтерфейс, що тягне за собою трудомісткі багатоступінчасті процедури оцифрування растрових зображень (до 10 операцій), нездатні обробляти великі масиви даних тощо.

Так, використання в **Surfer** різних методів гріддингу в загальному випадку генерує різні конфігурації карти ізоліній і вимагає точного налаштування параметрів методу на конкретні геометричні характеристики об'єкта, що оцифровується. Суть алгоритма гріддингу прихована від користувача, тому важко трактувати збудовані карти – на них можуть бути дані, не внесені користувачем, особливо в зонах низької щільності даних.

Новий спосіб оцифрування. Є вдосконалені методи оцифрування. Зокрема, запропонована в ІГФ НАН України методика [3] опирається на трасування сканованої растрової "підкладки" із використанням пропрієтарних пакетів Pitney Bowes MapInfo і CorelDraw. При цьому відпадає потреба в залученні дігітайзерів для отримання первісних цифрових растрів. Суть способу ґрунтується на послідовному виконанні лише 4 основних процедур (реєстрація растру, векторизація, введення аномалій, експорт в формат наукової графіки) та однієї підготовчої (калібрування листа карти).

Істотною перевагою методу, яку варто широко впроваджувати не лише в геофізичну практику, є використання вхідного матеріалу для векторизації не як розповсюджених карт *ізоліній*, а як грід-карт вимірювань (пункт спостереження/аномалія), а також координатна прив'язка в геодезичній (правій) системі координат. Грід-карта вимірювань створюється на основі каталогу гравіметричних спостережень: на ній нанесено не ізолінії, а орієнтована згідно методики знімання регулярна мережа точок спостережень з підписаними координатами та значеннями аномалій (рис. 2).

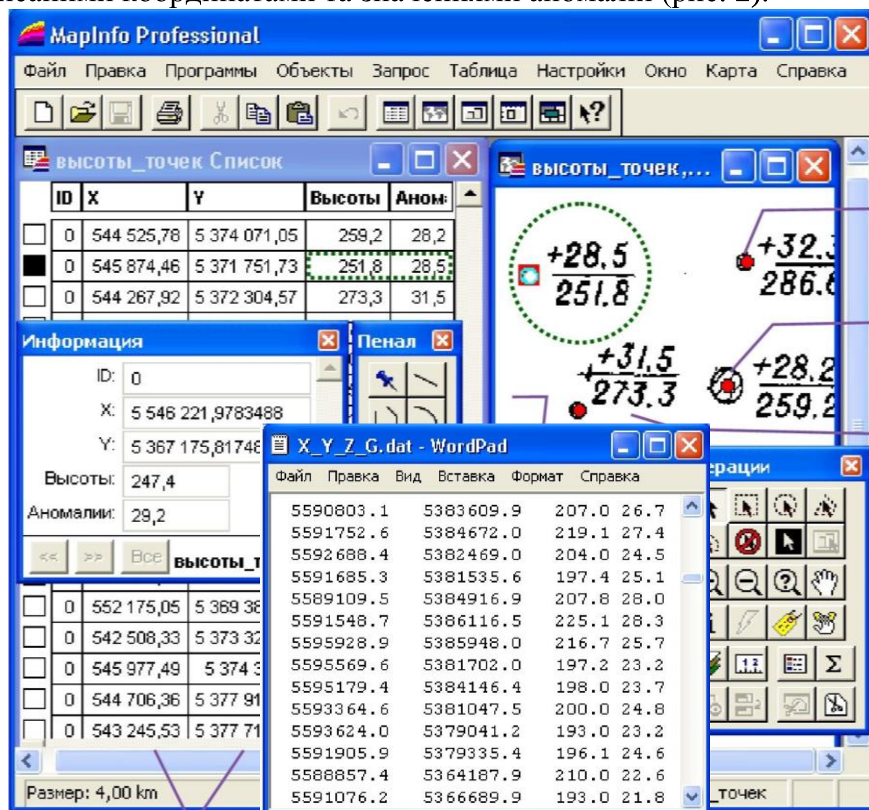


Рис. 2. Етап введення значень аномалій в процедурі оцифрування грід-карти вимірювань.

Істотним є й те, що для калібрування карт можна використовувати різні програмні засоби, у тому числі і власної розробки, аби лише вони підтримували режим пакетної обробки даних. Крім того, із 4 основних процедур векторизацію та експорт даних можна автоматизувати, а решта отримає таку змогу в майбутньому – з поширенням зручних програм розпізнавання образів та розвитком банків геофізичних даних.

Пропозиція. Оскільки при оцифрування карт не задіяний великий функціонал пропрієтарного MapInfo, то можна натомість задіяти open-source ГІС-пакет Quantun GIS Wroclaw 1.7.4, а замість пропрієтарного Photomod GeoCalc 4.2 використати аплет "Пакетний конвертор координат" із open-source пакету OkMap.

При цьому слід зазначити, що конкуренція у доступі до *вихідних даних* геофізичних вимірювань [4] порочна, вона доцільна у сфері розподілу *результатів* інтерпретації даних. Слід переглянути зміст інтелектуальної власності: декларувати його не на *первинні дані* знімань (журнали рейсів, матриці даних), а на результати їхньої *обробки* (карти редукцій і трансформацій поля тощо).

Висновки. Ключові тенденції розвитку геофізики – соціальні (комерціалізація, кооперація), техно-

логічні (сайтизація, мультиметодні обчислення), методологічні (геоприв'язка, керована інтерполяція, типізація моделей) – вимагають створення відкритих банків і баз даних.

Зокрема, для надійного прогнозу небезпечних геологічних і техногенних явищ, крім теорії й програм потрібен масив даних високої точності, отримуваних із моніторингу геофізичних полів та постійних комплексних геофізичних полігонів. Окремі ланки (сейсмічна, магнітна) існують, та без єдиного національного центру даних. У гравіметрії подібні бази даних мають розрізнений регіональний характер і недоступні для фахівців. Через відсутність розвідувальних робіт почати створення цифрових баз даних варто шляхом оцифрування та переінтерпретації архівних матеріалів. Для цього слід кардинально змінити умови доступу до матеріалів та задіяти пропоновану в доповіді методику оцифрування геофізичних даних на основі карт пунктів вимірювань, а не ізоліній.

Отримані наукові результати (аналітичні методи, цифрові моделі і бази даних, ілюстративні цифрові карти) доцільно надавати у *вільний* доступ – для наукової спільноти та (само)навчання фахівців і студентів.

Зміна методології моделювання складних геофізичних процесів [5] на основі цифрових баз даних потребує поступової трансформації геофізичної освіти в Україні, зокрема, розробки нових дисциплін, форм навчання.

Список літератури

1. *Страхов В.Н.* О роли "человеческого фактора" в развитии науки // Геофиз. журн. – 2003. – **25**, № 4. – С. 3–16;
2. *Толкунов А.П., Слободянюк С.О., Мітельман В.Б., Шемет В.Г., Малиновський О.К.* До проблем побудови цифрової електронної карти гравітаційного поля території України // Геоінформатика. – 2002. – № 1. – С. 105–107.
3. *Якимчик А.И.* Технология оцифровки карт фактического материала на основе програмного обеспечения MapInfo Professional и CorelDraw // Геофиз. журнал. – 2010. – **32**, № 3. – С. 112-124.
4. *Якимчик А.И.* О пересмотре ограничений на получение первичного материала с целью развития гравиметрии и магнитометрии в Украине // Геофиз. журн. – 2010б. – **32**, № 2. – С. 131–135;
5. *Николаев А.В.* Черты геофизики XXI века. – Москва: Наука, 2003. – С. 7–12.

Yu. I. Dubovenko, Ph.D. in phys. & math., senior scientist (Institute of Geophysics NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine). E-mail: nemishayeve@ukr.net

ON THE NEW PRINCIPLES OF THE DIGITAL DATABASES PRODUCTION IN GRAVIMETRY

Problems of digitizing geological fond materials in the form of gravity maps were analyzed. The need for creation of digital geophysical databases is designated. A precious method for the gravimetric data digitizing is pointed out based on grid maps of measurements, but the contours. The open-source analogues of appropriate proprietary data digitizing soft are proposed.